



studio associato

Via Giorgio e Guido Paglia, n° 21 – 24122 BERGAMO – e-mail: bergamo@eurogeo.net
Tel. +39 035 248689 – Fax +39 035 27121

REL. SS-8 30/06/2014

COMUNE DI POZZUOLO MARTESANA

Via Martiri della Liberazione, 11– Pozzuolo Martesana (Mi)



COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO ai sensi della D.G.R. 9/2616 del 30 novembre 2011

Norme Tecniche di Attuazione

Bergamo, giugno 2014





SOMMARIO

| | |
|--|-----------|
| Art. 1. Classi di fattibilità geologica | 5 |
| Art. 1.1 Classe 2..... | 5 |
| Art. 1.2 Classe 3..... | 5 |
| Art. 1.2.1 Sottoclasse 3a..... | 6 |
| Art. 1.2.2 Sottoclasse 3b..... | 6 |
| Art. 1.2.3 Sottoclasse 3c..... | 6 |
| Art. 1.2.4 Sottoclasse 3d..... | 7 |
| Art. 1.3 Classe 4..... | 7 |
| Art. 1.3.1 Sottoclasse 4a..... | 8 |
| Art. 1.3.2 Sottoclasse 4b..... | 8 |
| Art. 1.3.3 Sottoclasse 4c..... | 10 |
| Art. 2. Normativa sismica | 12 |
| Art. 2.1 Zone con falda superficiale (PSL Z2)..... | 12 |
| Art. 2.2 Effetti di amplificazione morfologica (PSL Z3)..... | 13 |
| Art. 2.2.1 Secondo livello di approfondimento sismico..... | 13 |
| Art. 2.2.2 Terzo livello di approfondimento sismico..... | 15 |
| Art. 2.3 Effetti di amplificazione litologica (PSL Z4)..... | 17 |
| Art. 2.3.1 Secondo livello di approfondimento sismico..... | 17 |
| Art. 2.3.2 Terzo livello di approfondimento sismico..... | 18 |





Art. 1. Classi di fattibilità geologica

La suddivisione del territorio nelle diverse classi di fattibilità è accompagnata dalle prescrizioni di seguito articolate (*Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano - TAV. 4*).

Art. 1.1 Classe 2

Esprime una fattibilità con modeste limitazioni dovuta alle mediocri proprietà meccaniche del primo sottosuolo e alla soggiacenza della falda freatica, il cui livello si trova normalmente a profondità maggiore di 10 metri. La vulnerabilità dell'acquifero è medio-alta.

L'utilizzo delle aree ricadenti in questa sottoclasse è subordinato alla realizzazione di studi che approfondiscano la conoscenza dei parametri meccanici del sottosuolo e della situazione idrogeologica locale. Tali studi potranno essere supportati da indagini geognostiche ad hoc, oppure essere basati sulla conoscenza della situazione geologica idrogeologica locale derivante dall'esperienza del tecnico incaricato.

Allo scopo di proteggere le acque sotterranee le richieste di concessione edilizia dovranno contenere:

- un'indicazione quantitativa e qualitativa degli scarichi liquidi prodotti dal fabbricato o dal complesso di cui si richiede la costruzione;
- un'indicazione progettuale dei sistemi di depurazione corrispondenti e/o dei sistemi adottati per l'eliminazione dei materiali residui e la salvaguardia idrogeologica e relativi criteri costruttivi.

Art. 1.2 Classe 3

In questa classe ricadono le zone dove sono state rilevate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso.

In relazione alle condizioni di rischio riscontrate sono state individuate 4 sottoclassi.



Art. 1.2.1 Sottoclasse 3a

Esprime una fattibilità con consistenti limitazioni dovuta all'elevata vulnerabilità dell'acquifero freatico. La particolare conformazione geologica del territorio fa sì che in queste zone la falda freatica sia prossima alla superficie topografica (soggiacenza minore di 2 metri).

Oltre alla puntuale caratterizzazione dei parametri meccanici del sottosuolo (D.M. 11 marzo 1988 e nelle N.T.C. del 14 gennaio 2008), l'utilizzo di queste aree è subordinato ad una approfondita analisi della situazione idrogeologica locale allo scopo di evitare interferenze delle opere in progetto con la falda e salvaguardare le condizioni naturali che sono all'origine delle risorgive.

Si applicano altresì le prescrizioni di cui alla classe 2 per la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.

Art. 1.2.2 Sottoclasse 3b

Esprime una fattibilità con consistenti limitazioni dovuta alla vulnerabilità dell'acquifero freatico e a una soggiacenza della falda compresa tra 2 e 10 metri dal piano campagna.

L'utilizzo delle aree ricadenti in questa classe è subordinato alla realizzazione di indagini geognostiche ad hoc (D.M. 11 marzo 1988 e nelle N.T.C. del 14 gennaio 2008), per la caratterizzazione puntuale dei parametri meccanici del sottosuolo, nonché della situazione idrogeologica locale al fine di prevedere, già in fase progettuale, quegli accorgimenti tecnici necessari a garantire la salubrità dei locali e mitigare il rischio di contaminazione della falda.

Si applicano altresì le prescrizioni di cui alla classe 2 per la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.

Art. 1.2.3 Sottoclasse 3c

Esprime una fattibilità con consistenti limitazioni dovuta alle limitazioni imposte dalle fasce di rispetto delle captazioni di acqua sotterranea a uso idropotabile. Si applicano le prescrizioni contenute nel documento "direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto (comma 6 art. 21 del DLGS 11 maggio 1999,



n. 152 e successive modificazioni)” approvato con D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693 e pubblicato sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 17 del 22 aprile 2003 e confermato nell’art. 94 del D.Lgs 152 del 3 aprile 2006.

L’utilizzo delle aree ricadenti in questa classe è subordinato alla realizzazione di indagini geognostiche ad hoc (D.M. 11 marzo 1988 e nelle N.T.C. del 14 gennaio 2008) per la caratterizzazione puntuale dei parametri meccanici del sottosuolo, nonché della situazione idrogeologica locale al fine di prevedere, già in fase progettuale, quegli accorgimenti tecnici necessari a garantire la salubrità dei locali e a mitigare il rischio di contaminazione della falda.

Si applicano altresì le prescrizioni di cui alla classe 2 per la protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento.

Art. 1.2.4 Sottoclasse 3d

In questa sottoclasse sono compresi l’Ambito estrattivo ATEg20 e la cava di prestito per la realizzazione della TEEM.

Oltre alle prescrizioni della classe 3a è necessario, in un intorno significativo dal ciglio delle scarpate delle cave, realizzare gli approfondimenti geognostici per la caratterizzazione puntuale dei parametri geotecnici del sottosuolo nonché della situazione idrogeologica locale al fine di procedere all’analisi di stabilità del complesso pendio-opera.

Art. 1.3 Classe 4

In classe 4 dovrà essere esclusa qualsiasi edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentite esclusivamente le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo come definiti dall’art. 27 lettere a), b) e c) della L.R. 12/05.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l’ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per



l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di rischio presente.

In relazione alle condizioni di rischio riscontrate sono state individuate tre sottoclassi.

Art. 1.3.1 Sottoclasse 4a

La sottoclasse 4a corrisponde alla perimetrazione delle aree di tutela assoluta delle opere di captazione idropotabile.

All'interno di tale perimetro si applicano le prescrizioni contenute nel documento "direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto (comma 6 art. 21 del DLGS 11 maggio 1999, n. 152 e successive modificazioni)" approvato con D.G.R. 10 aprile 2003 n. 7/12693 e pubblicato sul B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 17 del 22 aprile 2003.

Art. 1.3.2 Sottoclasse 4b

Nella sottoclasse 4b sono inserite le aree adiacenti ai corsi d'acqua che devono essere tenute libere da manufatti per consentire l'accessibilità dei mezzi per la manutenzione e/o la realizzazione di eventuali opere di difesa spondale.

Vige il divieto di copertura dei corsi d'acqua ai sensi dell'art. 115 del DLgs 152/06.

Le seguenti attività sono vietate:

- a. Attività di trasformazione dei luoghi, che modificano l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni indicate dalle norme per le attività soggette ad autorizzazione;
- b. Realizzazione di nuove edificazioni, di ampliamenti in planimetria;
- c. Insediamenti per attività produttive;
- d. Gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità d'invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento della capacità d'invaso in area idraulicamente equivalente;
- e. Realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di



smaltimento e recupero dei rifiuti così come definiti dal DLgs 22/57, fatto salvo quanto prescritto dalle norme per le attività soggette ad autorizzazione;

- f. Argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso le sponde. Scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità dell'argine.
- g. I lavori e gli atti di cui all'art. 96, del R.D. 25 luglio, 1904, n. 523.

Le seguenti attività sono vietate soggette ad autorizzazione, solo dopo espressa autorizzazione e/o nulla osta idraulico da parte dell'Ente Competente, i seguenti:

- a. Gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti all'art. 3 del D.P.R. 380/01, demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo senza aumento di superficie o di volume e senza aumento del carico insediativo;
- b. La ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari (viabilità) e a rete riferite a servizi pubblici essenziali e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento validato dall'Ente Competente; gli interventi devono garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti, l'intervento è subordinato all'adozione di adeguati provvedimenti cautelativi nei confronti di possibili allagamenti dell'area e di un progetto corredato da uno studio idraulico, che preveda eventuali opere di difesa nei confronti delle acque, tali da non compromettere la sicurezza delle aree circostanti;
- c. Interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto idrogeologico ed idraulico dell'area. Il progetto di queste opere dovrà essere accompagnato da uno studio idrogeologico ed idraulico del bacino di riferimento;
- d. Impianti di trattamento delle acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti, i relativi interventi saranno soggetti a parere di compatibilità dell'Ente Competente. Il progetto di queste opere dovrà essere corredato da uno studio idrogeologico ed idraulico del bacino di riferimento;



- e. Il rimodellamento del terreno può essere concesso, solo laddove fa parte di un progetto di sistemazione idraulica che consideri l'influenza che gli interventi inducono a monte e a valle dell'area;
- f. L'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, fermo restando le disposizioni all'art. 112 del DLgs 152/06 e successive modifiche ed integrazioni;
- g. Il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale, i relativi interventi saranno soggetti a parere di compatibilità dell'Ente Competente;
- h. I cambi delle destinazioni colturali, che potranno interessare esclusivamente, aree attualmente coltivate.

Art. 1.3.3 Sottoclasse 4c

La sottoclasse 4c include le parti più prossime alla zona di emergenza delle risorgive per la valenza ambientale e idrogeologica che rivestono tali ambiti.

Oltre alle tutele derivanti dall'art. 34 delle NtA del PTCP della Provincia di Milano, all'interno di tali perimetrazioni sono vietate le seguenti attività:

- a. dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b. accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c. spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d. dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e. aree cimiteriali;
- f. apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;



- g. apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h. gestione di rifiuti;
- i. stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- j. centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- k. pozzi perdenti;
- l. pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione.



Art. 2. Normativa sismica

Il comune di Pozzuolo Martesana ricade nella zona sismica 4, così come definita nell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003.

L'intero territorio comunale è inserito nello scenario misto di Pericolosità Sismica Locale Z2/Z4a (*Carta della Pericolosità Sismica Locale - TAV. 1 e Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano - TAV. 4*).

La normativa regionale prevede l'applicazione del secondo livello di approfondimento sismico nelle zone a PSL Z3 e Z4 solo nelle aree in cui è prevista la realizzazione di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.D.U.O. N. 19904/03).

L'applicazione diretta del terzo livello di approfondimento per gli scenari di PSL Z1 e Z2 solo nelle aree in cui è prevista la realizzazione di edifici strategici e rilevanti.

Art. 2.1 Zone con falda superficiale (PSL Z2)

L'analisi di terzo livello prevede la valutazione quantitativa dei cedimenti e del potenziale di liquefazione mediante l'esecuzione di accertamenti geognostici e l'impiego di procedure note in letteratura e scelta a discrezione del professionista incaricato.

Il terzo livello di approfondimento dovrà essere applicato solo nelle aree in cui è prevista la realizzazione di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03).

Si potrà ovviare all'applicazione del terzo livello di approfondimento sismico, utilizzando lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, utilizzando il seguente schema:

- in sostituzione dello spettro per la classe sismica B si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe C; nel caso in cui la soglia non fosse sufficientemente cautelativa si può utilizzare lo spettro previsto per il suolo di classe D;
- in sostituzione dello spettro per la classe sismica C si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe D;



- in sostituzione dello spettro per la classe sismica E si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe D.

Art. 2.2 Effetti di amplificazione morfologica (PSL Z3)

Lo scenario di pericolosità sismica locale **Z3** è rappresentato nella carta della pericolosità sismica locale da linee. Tali elementi individuano gli ambiti soggetti ad amplificazione topografica. In questi ambiti il *fattore di amplificazione* deve essere calcolato per la quota di cresta e successivamente interpolato linearmente sino alla base del pendio dove assume valore pari all'unità. Possono pertanto essere soggette ad amplificazione morfologica anche aree non collocate nelle immediate vicinanze dei cigli di scarpata.

In fase di progettazione si dovrà pertanto accertare se l'ambito oggetto di studio è potenzialmente soggetto ad amplificazione topografica, in quanto parte, prossima fino a distale, di un ciglio di scarpata o di una cresta rocciosa.

Il terzo livello di approfondimento dovrà essere applicato rispettando le direttive tecniche regionali riassunte nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Art. 2.2.1 Secondo livello di approfondimento sismico

La procedura consente la stima del *Fattore di amplificazione* negli scenari di cresta rocciosa, scarpata o cocuzzolo, caratterizzati da pendii con inclinazione di almeno 10° e i cui rilievi sono costituiti da materiale con $V_s \geq 800$ m/s.

Gli effetti morfologici riguardano i suoli di tipo A così come sono definiti dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003.

La procedura di secondo livello per gli effetti morfologici fornisce *Fa* solo per l'intervallo 0,1 – 0,5 a causa di alcune limitazioni del metodo di calcolo utilizzato per la preparazione delle schede di valutazione.

Una volta individuate le creste e/o le scarpate, sono stati ricavati i parametri geometrici delle forme (Figura 1), secondo i modelli stabiliti dalla Regione Lombardia.



A Pozzuolo Martesana le uniche scarpate rilevabili sono quelle, di origine antropica, che perimetrano le aree di cava.

In fase progettuale è necessario procedere, oltre alle verifiche morfologiche necessarie, alla definizione del valore delle Vs.

Si riporta di seguito la procedura necessaria per il riconoscimento degli ambiti Z3a poiché in fase progettuale, e quindi a una scala di maggior dettaglio, il tecnico incaricato possa accertare la presenza di tale scenario.

Zona di ciglio

La zona di ciglio è caratterizzata da irregolarità con fronti di altezza (H) maggiore o uguale a 10 metri e inclinazione (α) del fronte principale maggiore o uguale a 10° . Le scarpate sono suddivise in tre tipologie (Figura 1):

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso verso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nello verso opposto rispetto al fronte principale.

L'altezza H esprime la differenza di quota tra il piede e il ciglio del fronte principale. La geometria del fronte superiore è espressa dal parametro h, al quale corrisponde la differenza di quota tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica. Sono da considerare scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 metri;
- l'inclinazione (β) del fronte superiore inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione (α) del fronte principale, nel caso delle scarpate in pendenza (per $\beta \geq 1/5\alpha$ la morfologia è da considerare pendio);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore di un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpate in contropendenza (per $h \geq 1/3H$ la morfologia è da considerare cresta appuntita).

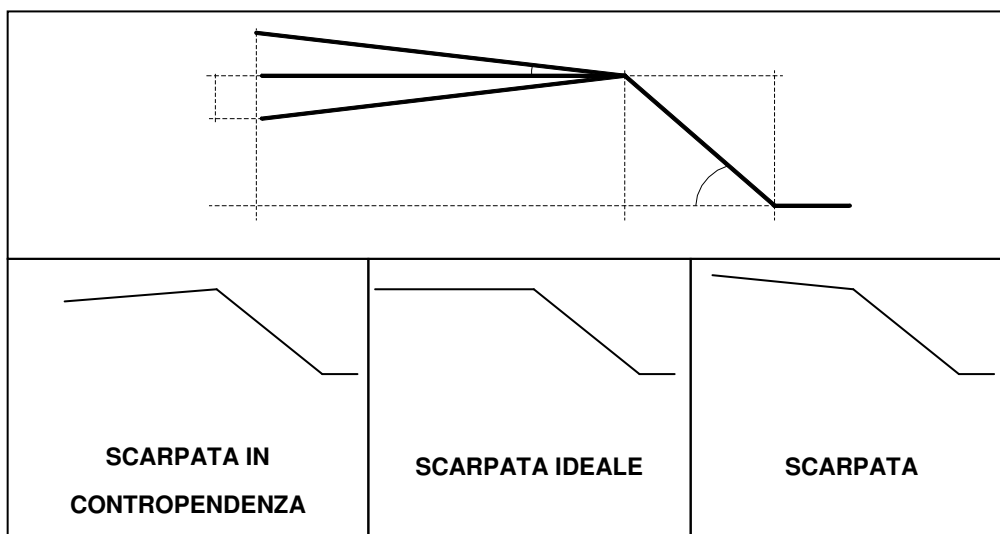


Figura 1: Estratto della scheda per il riconoscimento della tipologia di scarpata (Allegato 1)

Il *Fattore di amplificazione* è da assegnare utilizzando lo schema contenuto nella Tabella 1, i cui dati di ingresso descrivono la geometria della scarpata.

Tabella 1: Schema per l'assegnazione del Fattore di Amplificazione e il calcolo dell'area di influenza a monte del ciglio superiore della scarpata.

| Classe altimetrica | Classe di inclinazione | Valore di F_a | Area di influenza |
|---|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
| $10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$ | $10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | 1,1 | $A_i = H$ |
| $20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$ | $10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ | 1,2 | $A_i = 3/4 H$ |
| $H > 40 \text{ m}$ | $10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ | 1,1 | $A_i = 2/3 H$ |
| | $20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$ | 1,2 | |
| | $40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$ | 1,3 | |
| | $60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$ | 1,2 | |
| | $\alpha > 70^\circ$ | 1,1 | |

Il F_a assegnato al ciglio superiore della scarpata principale va scalato in maniera lineare, fino ad assumere valore pari all'unità all'interno della relativa area di influenza.

Art. 2.2.2 Terzo livello di approfondimento sismico

Gli scenari di pericolosità sismica locale **Z3a**, scarpate morfologiche, sono rappresentati nella carta della pericolosità sismica locale da linee.

Tali elementi individuano gli ambiti soggetti ad amplificazione topografica.



In questi ambiti il fattore di amplificazione deve essere calcolato per la quota di cresta o di ciglio e successivamente interpolato linearmente sino alla base del pendio dove assume valore pari all'unità. Possono pertanto essere soggette ad amplificazione topografica anche aree non collocate nelle immediate vicinanze delle creste e delle scarpate.

Nello scenario Z3 dovrà essere applicare il terzo livello di approfondimento sismico nei seguenti casi:

- aree di cresta o scarpata nel caso si prevedano costruzioni con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra i 5 e i 15 piani;
- aree di cresta o scarpata se in un intorno significativo dell'area di progetto si rilevino asperità morfologiche ricadenti nella casistica delle PSL Z3 e il *fattore di amplificazione*, calcolato caso per caso, sia maggiore del valore soglia *St*.

La valutazione quantitativa dei fenomeni di amplificazione prevede l'utilizzo di metodologie strumentali o numeriche, a discrezione del professionista incaricato.

Le metodologie strumentali prevedono lo sviluppo di una campagna di acquisizione dati tramite prove specifiche (nell'allegato 5 alla D.G.R. 9/2612 del 30 novembre 2011 sono indicati a titolo esemplificativo il metodo di Nakamura (1989) e il metodo dei rapporti spettrali (Kanai e Tanaka, 1981)).

Le metodologie numeriche consistono nella ricostruzione di un modello geometrico e meccanico dell'area di studio e nell'applicazione di codici di calcolo (monodimensionali, bidimensionali o tridimensionali) per la valutazione della risposta sismica locale.

La scelta del metodo e le modalità di applicazione sono a discrezione del professionista incaricato che valuterà la possibilità di integrare le due metodologie per compensare i vantaggi e gli svantaggi dei differenti approcci.

Potrà essere evitata l'applicazione del terzo livello di approfondimento sismico utilizzando lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, seguendo il seguente schema:



- in sostituzione dello spettro per la classe sismica B si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe C; nel caso in cui la soglia non fosse sufficientemente cautelativa si può utilizzare lo spettro previsto per il suolo di classe D;
- in sostituzione dello spettro per la classe sismica C si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe D;
- in sostituzione dello spettro per la classe sismica E si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe D.

Art. 2.3 Effetti di amplificazione litologica (PSL Z4)

Nello scenario Z4 è richiesta l'applicazione del secondo livello di approfondimento nel caso di progetto di edifici strategici e rilevanti che prevedano affollamenti significativi (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) e l'approfondimento di terzo livello per l'analisi dell'amplificazione litologica, solo quando il *fattore di amplificazione* calcolato è maggiore del valore soglia.

I seguenti articoli sintetizzano la normativa regionale.

Art. 2.3.1 Secondo livello di approfondimento sismico

Il secondo livello di approfondimento prevede l'identificazione della litologia prevalente e il raffronto del profilo delle Vs con l'apposito abaco contenuto nelle schede fornite dalla Regione Lombardia (Allegato 5 alla D.G.R. 9/2612 del 30 novembre 2011).

Individuata la scheda di riferimento, deve essere verificato l'andamento delle **Vs** con la profondità.

Nel caso in cui il profilo delle **Vs** non ricada nel campo di validità della scheda litologica corrispondente deve essere utilizzata la scheda che presenta l'andamento delle **Vs** più simile a quello riscontrato nell'indagine e stimato il valore di *Fa* negli intervalli 0,1 – 0,5 s e 0,5 – 1,5 s.



Il periodo proprio del sito (T) viene calcolato considerando la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o maggiore a 800 m/s, mediante la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove h_i e V_s sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo.

Laddove le prospezioni non investighino una profondità tale da raggiungere strati con $V_s = 800$ m/s tale limite deve essere interpolato manualmente.

Il valore del fattore di amplificazione ottenuto, con un'approssimazione di +0,1 deve essere confrontato con i valori soglia forniti dalla Regione Lombardia che, per il comune di Pozzuolo Martesana, sono riassunti nella seguente tabella.

TABELLA 2: VALORI DI SOGLIA PER IL COMUNE DI POZZUOLO MARTESANA

| | Creste e scarpate | suolo tipo A | suolo tipo B | suolo tipo C | suolo tipo D | suolo tipo E |
|----------------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| periodo compreso tra 0,1 – 0,5 s | 1,4 – 1,2 | -- | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 2,0 |
| periodo compreso tra 0,5 – 1,5 s | // | -- | 1,7 | 2,4 | 4,2 | 3,1 |

Le metodologie per la ricostruzione dei profili di velocità delle onde S con la profondità saranno scelti dal professionista incaricato dell'indagine il quale avrà cura di utilizzare i metodi più consoni a seconda del tipo di opera in progetto e delle caratteristiche di sito, indicandone inoltre il grado di attendibilità.

Art. 2.3.2 Terzo livello di approfondimento sismico

Il terzo livello di approfondimento dovrà essere applicato rispettando le direttive tecniche regionali che prevedono lo sviluppo di una campagna di acquisizione dati tramite prove specifiche (l'allegato 5 alla D.G.R. 9/2612 del 30 novembre 2011 indica a titolo esemplificativo il metodo di Nakamyre (1989) e il



metodo dei rapporti spettrali (Kanai e Tanaka, 1981)). Tali metodologie numeriche consistono nella ricostruzione di un modello geometrico e meccanico dell'area di studio e nell'applicazione di codici di calcolo (monodimensionali, bidimensionali o tridimensionali) per la valutazione della risposta sismica locale.

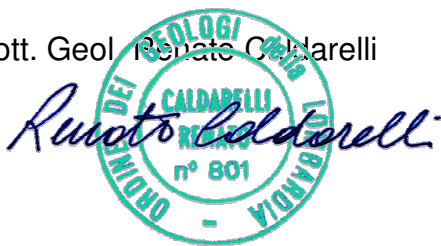
La scelta del metodo è a discrezione del professionista che valuterà la possibilità di integrare le due metodologie per compensare gli svantaggi dei differenti approcci.

Tali approfondimenti dovranno essere preceduti dalla definizione della classe sismica di appartenenza del suolo (A, B, C, D, E).

Si potrà avviare all'applicazione del terzo livello di approfondimento sismico utilizzando lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, seguendo il seguente schema:

- in sostituzione dello spettro per la classe sismica B si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe C; nel caso in cui la soglia non fosse sufficientemente cautelativa si può utilizzare lo spettro previsto per il suolo di classe D;
- in sostituzione dello spettro per la classe sismica C si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe D;
- in sostituzione dello spettro per la classe sismica E si può utilizzare quello previsto per il suolo di classe D.

Dott. Geol. Renato Caldarelli



Dott. Geol. Massimo Elitropi

